

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-335294

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/304

(21)Application number : 09-148094

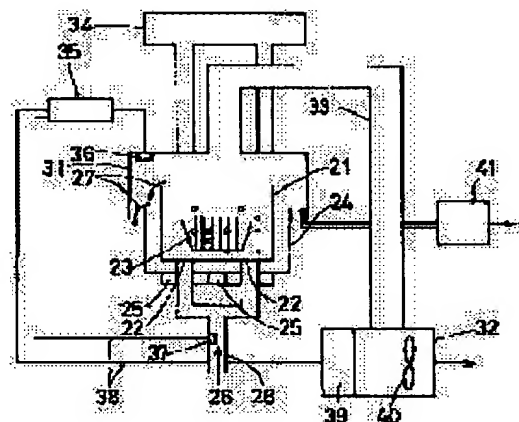
(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 05.06.1997

(72)Inventor : NISHIKI KAZUHIRO
MIYAZAKI KUNIHIRO**(54) DEVICE AND METHOD FOR CLEANING SUBSTRATE AND SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURED BY THE CLEANING METHOD****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve effectiveness for eliminating the particles of a substrate in supersonic cleaning with dissolved oxygen in a washing liquid and other dissolved gases which is reduced, for example, by vacuum deaeration in advance to prevent a natural oxide film from formed generated in the substrate.

SOLUTION: A cleaning tank 21 for cleaning a substrate, a means 22 for supplying the cleaning liquid to the cleaning tank 21, a ultrasonic vibration generation means 25 for transferring vibrations to the cleaning liquid, a means 32 for reducing the pressure of a region including the surface of the cleaning liquid, and a shield 31 for encircling the region, including the surface of the cleaning liquid and maintaining a reduced pressure are provided. The substrate is subjected to ultrasonic cleaning, while the pressure of the region including the surface of the cleaning liquid is being reduced.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 09.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.12.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The substrate washing station characterized by to provide at least the washing tub which washes a substrate, a penetrant-remover supply means supply a penetrant remover to this washing tub, a supersonic-vibration generating means make supersonic vibration transmit to said penetrant remover, a reduced-pressure generating means decompress a field including said penetrant-remover side top, and shielding that surrounds a field including said penetrant-remover side top, and maintains a reduced-pressure condition.

[Claim 2] It is the substrate washing station according to claim 1 which said ultrasonic generating means has an ultrasonic transfer tub and an ultrasonic vibrator, and is characterized by transmitting supersonic vibration to said

penetrant remover through this ultrasonic transfer tub.

[Claim 3] The substrate washing station characterized by to provide shielding which wraps a substrate rotation means rotate the laid substrate, the penetrant-remover supply nozzle which carries out the regurgitation of the penetrant remover on said substrate, a supersonic-vibration generating means make supersonic vibration transmit to said penetrant remover, and said substrate rotation means, said penetrant-remover supply nozzle and said supersonic-vibration generating means, entirely, and a reduced-pressure generating means decompress this interior of shielding, at least.

[Claim 4] For said reduced pressure generating means, 3 is [claim 1 characterized by connecting with said shielding which maintains a reduced pressure condition thru/or] the substrate washing station of a publication either.

[Claim 5] For said supersonic vibration generating means, 4 is [claim 1 characterized by generating a supersonic wave 500kHz or more thru/or] the substrate washing station of a publication either.

[Claim 6] Claims 1, 2, 4, and 5 characterized by supplying said penetrant remover supply means so that a penetrant remover may be overflowed in said washing tub, and performing overflow of this penetrant remover to

generating and coincidence of said supersonic vibration are the substrate washing stations of a publication either.

[Claim 7] Said penetrant remover to overflow is a substrate washing station according to claim 6 characterized by maintaining the reduced pressure condition of the field which includes a penetrant remover side top with said shielding.

[Claim 8] For said substrate washing station, 7 is [claim 1 characterized by providing at least a pressure detection means to detect the pressure of a field including said penetrant remover side top, and the pressure control means which outputs the signal which controls the pressure in said shielding based on the pressure detection result of this pressure detection means to said reduced pressure generating means thru/or] the substrate washing station of a publication either.

[Claim 9] For said substrate washing station, 8 is [claim 1 characterized by providing at least a dissolved gas detection means to detect the dissolved gas concentration of said penetrant remover, and the pressure control means which outputs the signal which controls the pressure in said shielding based on the concentration detection result of this dissolved gas detection means to said reduced pressure generating means thru/or] the substrate washing station of a publication either.

[Claim 10] The substrate washing

approach characterized by having at least the process which supplies a penetrant remover to a substrate, the process which decompresses the pressure of a field including this penetrant remover side top, and the process which transmits supersonic vibration to said penetrant remover under a reduced pressure condition, and washes said substrate.

[Claim 11] The penetrant remover which said substrate is installed in a washing tub and supplied to this substrate is the substrate washing approach according to claim 10 characterized by overflowing from said washing tub.

[Claim 12] Said penetrant remover is the substrate washing approach according to claim 10 or 11 characterized by being the pure water by which the vacuum deairing was carried out.

[Claim 13] 12 is [claim 10 characterized by dissolving at least one kind in the rare gas of nitrogen, an argon, helium, and hydrogen in said penetrant remover thru/or] the substrate washing approach of a publication either.

[Claim 14] For said reduced pressure condition, 13 is [claim 10 characterized by being controlled based on the pressure in said shielding, and the concentration of the dissolved gas in said penetrant remover thru/or] the substrate washing approach of a publication either.

[Claim 15] The semiconductor device characterized by being manufactured using the washing approach of a

substrate of having at least the process which supplies a penetrant remover to a substrate, the process which decompresses the pressure of a field including this penetrant remover side top, and the process which transmits supersonic vibration to said penetrant remover under a reduced pressure condition, and washes said substrate.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the technique for aiming at improvement in a particle elimination factor of a substrate also in ultrasonic cleaning in the condition of having reduced the dissolved oxygen and other dissolved gas in a penetrant remover especially for prevention of oxide-film generating to a substrate, about the semiconductor device manufactured using a substrate washing station, the washing approach, and its approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, in the treatment process of substrates, such as a semiconductor wafer, the washing process of a substrate is established for the purpose of removal of the organic substance leading to the defect of a semiconductor device, a metal impurity, particle, the natural oxidation film, etc.

[0003] Conventionally, especially at this washing process, the general technique used together ultrasonic cleaning as physical washing with chemical cleaning for particle (very fine particle is said.) removal. And in current, also among such ultrasonic cleaning, the conventional general-purpose ultrasonic cleaning (28kHz - 100kHz) is replaced, and the so-called mega hertz ultrasonic cleaning (megasonic washing) by the frequency of 500kHz or more comes to be in use. This responds to crystal destruction of a substrate besides the need for the detailed particle removal below the quarter micron size by the design rule also having been increasingly made detailed, suppression of static electricity destructive induction, and the request of washing equalization on the front face of a substrate with improvement in the accumulation technique of a semiconductor chip ("megasonic generating and washing" Clean Technology 1996.6.).

[0004] It is common to perform a vacuum deairing on the other hand, in order to inhibit growth of the natural oxidation film and to reduce the dissolved oxygen which causes natural oxidation film generating in the production process of the ultrapure water used as a penetrant remover at the above-mentioned washing process. And also in this vacuum deairing, in connection with detailed-izing of the above-mentioned design rule, the

degassing engine performance is improved and it is in the situation searched for increasingly to reduce dissolved oxygen further from before. In this way, the ultrapure water after dissolved gas (dissolved oxygen, dissolved nitrogen, etc.) was fully reduced is offered as a penetrant remover for particle removal at the time of mega hertz washing.

[0005] In the former, two requests called the request of the improvement in the engine performance of the vacuum deairing of the ultrapure water for this natural oxidation film growth suppression and the request of the improvement in a particle elimination factor were not what is contradictory in any way. When the ultrapure water with which dissolved gas was fully reduced is used for mega hertz ultrasonic cleaning, it stops namely, generating so much the cavitation caused by dissolved gas. Although the established theory of the mechanism of how the particle on a wafer is removed by current and ultrasonic cleaning was not established yet, generally it had become accepted theory that particle ****s by vibration of the water molecule by the supersonic wave. For this reason, it is because [existence of cavitation having propagation of the pressure wave resulting from vibration of this water molecule barred conventionally, therefore inhibiting generating of cavitation] it is connected with

improvement in a particle elimination factor as it is. In addition, cavitation says the phenomenon which a cavity generates in the liquid which flows by the gas contained in a liquid dissociating and generating air bubbles here, and the pressure which joins a liquid besides the amount of dissolved gas in a liquid, the temperature of a liquid, etc. are mentioned as a fluctuation element about the yield.

[0006] However, it recently newly became clear that the cavitation itself acted effective in particle removal in mega hertz ultrasonic cleaning, i.e., generating of cavitation is needed for efficient particle removal.

[0007] The experimental data shown in drawing 4 suggests the need for this cavitation. That is, drawing 4 shows correlation with the dissolved concentration of the nitrogen in the pure water which is a penetrant remover, and the number of the increments in particle on a wafer. It is shown that the effectiveness of particle removal is so high that the number of increase and decrease of particle when particle specifically performs ultrasonic cleaning (the ultrasonic frequency of 850MHz, exposure during 10 minutes) using the pure water which controlled nitrogen concentration for the 8 inch wafer to which it is sticking before and after 200 pieces under atmospheric pressure is made into a graph and the number of

increments is subtracted. It can be referred to as being that by which particle removal is made so much to decrease the particle on a substrate so much from here, if the concentration of the nitrogen which is one of the dissolved gas in pure water is high if there is much generating of the cavitation which can read, therefore is excited from dissolved gas.

[0008] In here, it was found out that two requests called the request of the improvement in the engine performance of the vacuum deairing of the ultrapure water for above-mentioned natural oxidation film growth suppression and the request of the improvement in a particle elimination factor have the relation of a trade-off. That is, when raising the precision of the vacuum deairing of ultrapure water for natural oxidation film growth suppression, so much, generating of cavitation will be inhibited and a new problem [say / that improvement in a particle elimination factor will be made to some extent into a sacrifice] will arise.

[0009] The equipment of drawing 2 is mentioned as an example of the conventional common substrate washing station.

[0010] The feed hopper 2 of the ultrapure water used as a penetrant remover is formed in the pars basilaris ossis occipitalis of the washing tub 1 made from the quartz for washing a substrate,

and the ultrasonic transfer tub 4 for transmitting a supersonic wave to the interior of the washing tub 1 is formed around this washing tub 1. Moreover, the ultrasonic vibrator 5 for generating a supersonic wave 500kHz or more is installed in the lower part of this ultrasonic transfer tub 4.

[0011] Moreover, in the ultrapure water production process whose ultrapure water 6 used as a penetrant remover is another process, the vacuum deairing is made enough.

[0012] Mega hertz ultrasonic cleaning based on this configuration is made as follows. That is, the substrate of the semiconductor wafer 3 grade which is a washed object is first installed in the interior of the washing tub 1 at the time of mega hertz ultrasonic cleaning. And the ultrapure water 6 which is a penetrant remover is supplied to the washing tub 1 interior with the sense to the upper part [lower part] from the feed hopper 2 of ultrapure water. the ultrapure water 6 supplied in the conventional example of drawing 2 -- the overflow from the upper part of the washing tub 1 -- the format of the so-called over flow rinse of overflowing as a stream 7 is taken. Particle is removed by an ultrasonic vibrator's 5 working and adding supersonic vibration to a semiconductor wafer 3 at the time of overflow supply of this ultrapure water 6.

[0013] However, sufficient cavitation was

not able to be generated even if supersonic vibration was added at the time of washing, since a vacuum deairing was made and dissolved gas was falling like **** to ultrapure water 6.

[0014] As mentioned above, in the conventional substrate washing station, if the ultrapure water which fully performed the vacuum deairing is used as a penetrant remover, in mega hertz ultrasonic cleaning, generating of cavitation will be inhibited so much and improvement in a particle elimination factor cannot fully be aimed at.

[0015] That is, in having used the conventional substrate washing station and the washing approach, the trouble that two requests called the request of the improvement in the engine performance of the vacuum deairing for above-mentioned natural oxidation film growth suppression and the request of the improvement in a particle elimination factor could not be filled to coincidence arose.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, the request of the improvement in the engine performance of the vacuum deairing for natural oxidation film growth suppression [in / in this invention / the conventional technique], The place which it is made in order to solve the trouble that two requests called the request of the improvement in a particle

elimination factor cannot be filled to coincidence, and is made into the purpose Also in the condition of having reduced the dissolved oxygen and other dissolved gas in a penetrant remover beforehand for prevention of natural oxidation film generating to a substrate Cavitation is fully generated and it is in offering the washing station possessing the ultrasonic vibrator which can aim at improvement in a particle elimination factor of a substrate.

[0017] In addition, it is shown in aiming at prevention of natural oxidation film generating to a substrate, and aiming at improvement in a particle elimination factor to coincidence also by washing of long duration, further, by preventing the dissolution of the easily dissolvable solution gas out of the atmospheric air at the time of washing.

[0018] Moreover, other purposes are shown in attaining crystal destruction of a substrate besides the detailed particle removal below quarter micron size, suppression of static electricity destructive induction, and equalization of washing on the front face of a substrate by making ultrasonic cleaning into mega hertz ultrasonic cleaning.

[0019] Moreover, other purposes are shown in aiming at prevention of resoiling of a substrate by the particle after the desorption intermingled in a penetrant remover by working said decompression device, supplying so that a

penetrant remover may be overflowed.

[0020] Moreover, by maintaining a reduced pressure condition using an overflow penetrant remover, other purposes are simple equipment and an approach and are to realize reduced pressure at the time of said ultrasonic cleaning.

[0021] Moreover, other purposes are by establishing a means to detect the fluctuation element about cavitation generating and to control a pressure to realize reduced pressure by the optimal control pressure for particle removal.

[0022] Furthermore, the purpose of this invention is to offer the ultrasonic-cleaning approach of a substrate that cavitation is fully generated and improvement in a particle elimination factor of a substrate can be aimed at also in the condition of having reduced the dissolved oxygen in a penetrant remover beforehand, for prevention of natural oxidation film generating to a substrate.

[0023] Furthermore, the purpose of this invention is to offer the semiconductor device similarly manufactured using the ultrasonic-cleaning approach that cavitation is fully generated and improvement in a particle elimination factor of a substrate can be aimed at also in the condition of having reduced the dissolved oxygen in a penetrant remover beforehand, for prevention of natural oxidation film generating to a substrate.

[0024]

[Means for Solving the Problem] It is characterized by to provide at least the washing tub to which this invention equipment (claim 1) washes a substrate in short, a penetrant-remover supply means supply a penetrant remover to this washing tub, a supersonic-vibration generating means make supersonic vibration transmit to said penetrant remover, a reduced-pressure generating means decompress a field including said penetrant-remover side top, and shielding that surround a field including said penetrant-remover side top, and maintain a reduced-pressure condition.

[0025] In addition, although reduced pressure means usually decompressing below to atmospheric pressure, it says decompressing below in the ambient atmosphere in a clean room at least here.

[0026] According to the above-mentioned configuration, the amount of dissolved gas in a penetrant remover can generate more cavitation rather than the case under an atmospheric pressure at least by decompressing the field which includes a penetrant remover side top at the time of ultrasonic cleaning. That is, it becomes possible by making coincidence generate desired cavitation to aim at improvement in a particle elimination factor of a substrate, falling the amounts of dissolved gas, such as oxygen in a penetrant remover, and preventing natural oxidation film generating to a

substrate.

[0027] Moreover, by decompressing the field which includes a penetrant remover side top similarly at the time of ultrasonic cleaning, the dissolution of the easily dissolvable solution gas in atmospheric air can be prevented, low dissolved gas concentration is maintained, and specific resistance degradation of a penetrant remover is prevented. That is, also in ultrasonic cleaning of long duration, it becomes possible to inhibit natural oxidation film generating to a substrate.

[0028] Moreover, in invention of claim 2, said ultrasonic generating means has an ultrasonic transfer tub and an ultrasonic vibrator, and supersonic vibration becomes possible [acquiring the same effectiveness as the equipment of above-mentioned claim 1] by transmitting to said penetrant remover through this ultrasonic transfer tub.

[0029] Moreover, a substrate rotation means to rotate the laid substrate in invention of claim 3, The penetrant remover supply nozzle which carries out the regurgitation of the penetrant remover on said substrate, and a supersonic vibration generating means to make supersonic vibration transmit to said penetrant remover, It becomes possible to acquire the same effectiveness as the equipment of above-mentioned claim 1 by providing at least shielding which wraps said substrate rotation

means, said penetrant remover supply nozzle, and said supersonic vibration generating means entirely, and a reduced pressure generating means to decompress this interior of shielding.

[0030] Moreover, in invention of claim 4, said reduced pressure generating means becomes possible [acquiring the same effectiveness as the equipment of above-mentioned claim 1 too] by connecting with said shielding which maintains a reduced pressure condition.

[0031] Moreover, in invention of claim 5, said supersonic vibration generating means becomes possible [attaining crystal destruction of a substrate besides the detailed particle removal below quarter micron size, suppression of static electricity destructive induction, and equalization of washing of a substrate side] by generating a supersonic wave 500kHz or more.

[0032] In invention of claim 6 moreover, said penetrant remover supply means It supplies so that a penetrant remover may be overflowed in said washing tub. Overflow of this penetrant remover By being carried out to generating and coincidence of said supersonic vibration, the particle after the desorption intermingled in a penetrant remover can be discharged from the washing station upper part, an always new penetrant remover can wash a substrate, and it becomes possible to aim at prevention of resoiling of the substrate by the particle

after desorption.

[0033] Moreover, in invention of claim 7, by maintaining the reduced pressure condition of the field which includes a penetrant remover side top with said shielding, in order to give reduced pressure at the time of ultrasonic cleaning, large-scale-ization of the equipment of forming the reduced pressure chamber of dedication etc. in the exterior of the washing station itself becomes unnecessary, and said penetrant remover to overflow can realize reduced pressure with simple equipment.

[0034] Furthermore, in invention of claims 8 and 9, it is possible to transmit the value of the reduced pressure which cannot be set up uniformly according to a situation, and to realize reduced pressure by the optimal control pressure for particle removal by providing at least a detection means detect the fluctuation element about cavitation generating, and the pressure control means which outputs the signal which controls the pressure in said shielding based on this detection result to said reduced-pressure generating means. In addition, specifically, a detection means means a pressure sensor and a dissolved gas concentration sensor here.

[0035] Moreover, this invention approach (claim 10) is characterized by providing at least a dissolved gas detection means to detect the dissolved gas concentration of said penetrant remover, and the

pressure control means which outputs the signal which controls the pressure in said shielding based on the concentration detection result of this dissolved gas detection means to said reduced pressure generating means.

[0036] According to this approach, the amount of dissolved gas in a penetrant remover can generate more cavitation rather than the case under an atmospheric pressure at least by decompressing the field which includes a penetrant remover side top at the time of ultrasonic cleaning. That is, it becomes possible by making coincidence generate desired cavitation to aim at improvement in a particle elimination factor of a substrate, falling the amounts of dissolved gas, such as oxygen in a penetrant remover, and preventing natural oxidation film generating to a substrate. Moreover, by decompressing the field which includes a penetrant remover side top similarly at the time of ultrasonic cleaning, the dissolution of the easily dissolvable solution gas in atmospheric air can be prevented, low dissolved gas concentration is maintained, and specific resistance degradation of a penetrant remover is prevented. That is, also in ultrasonic cleaning of long duration, it becomes possible to inhibit natural oxidation film generating to a substrate. In addition, a predetermined pressure means the pressure below the pressure in a washing station here.

[0037] Moreover, in invention of claim 11, by installing said substrate in a washing tub and overflowing the penetrant remover supplied to this substrate from said washing tub, the particle after the desorption intermingled in a penetrant remover can be discharged from the washing station upper part, an always new penetrant remover can wash a substrate, and it becomes possible to aim at prevention of resoiling of the substrate by the particle after desorption.

[0038] Moreover, in invention of claim 12, since dissolved gas is reduced by being the pure water by which the vacuum deairing was carried out at the time of washing, said penetrant remover becomes possible [being given without reducing the effectiveness which this invention brings about].

[0039] Moreover, in invention of claim 13, without degrading the specific resistance of ultrapure water, when at least one kind in the rare gas of nitrogen, an argon, helium, and hydrogen is dissolved, into said penetrant remover, more cavitation is generated and it becomes possible to raise a particle elimination factor further.

[0040] Moreover, in invention of claim 14, by being controlled based on the pressure in said shielding, and the concentration of the dissolved gas in said penetrant remover, the value of the reduced pressure which cannot be set up uniformly is transmitted according to a situation, and said reduced pressure

condition can realize reduced pressure by the optimal control pressure for particle removal.

[0041] Furthermore, the semiconductor device (claim 15) of this invention is characterized by being manufactured using the washing approach of a substrate of having at least the process which supplies a penetrant remover to a substrate, the process which decompresses the pressure of a field including this penetrant remover side top, and the process which transmits supersonic vibration to said penetrant remover under a reduced pressure condition, and washes said substrate.

[0042] According to this semiconductor device, the amount of dissolved gas in a penetrant remover can generate more cavitation rather than the case under an atmospheric pressure at least by decompressing the field which includes a penetrant remover side top at the time of ultrasonic cleaning. That is, it becomes possible by making coincidence generate desired cavitation to aim at improvement in a particle elimination factor of a substrate, falling the amounts of dissolved gas, such as oxygen in a penetrant remover, and preventing natural oxidation film generating to a substrate. Moreover, by decompressing the field which includes a penetrant remover side top similarly at the time of ultrasonic cleaning, the dissolution of the easily dissolvable solution gas in

atmospheric air can be prevented, low dissolved gas concentration is maintained, and specific resistance degradation of a penetrant remover is prevented. That is, also in ultrasonic cleaning of long duration, it becomes possible to inhibit natural oxidation film generating to a substrate. Therefore, the semiconductor device dependability and whose yield improved more can be obtained.

[0043]

[Embodiment of the Invention]

This invention is explained based on the 1st operation gestalt shown in a drawing below the 1st operation gestalt. In drawing 1, the substrate washing station concerning this invention is equipped with the washing tub 21, the ultrasonic transfer tub 24, the reduced pressure shielding 31, a decompression device 32, pull-up equipment 34, and a pressure controller 35.

[0044] In addition, in this operation gestalt, it explains about the case where a semiconductor wafer is washed as one of the substrates. However, a washed object is not limited to this and can be aimed at a general substrate, such as a substrate substrate for forming an integrated circuit, and a mask substrate for exposure.

[0045] In drawing 1, the feed hopper 22 of the ultrapure water used as a penetrant remover is formed in the pars basilaris ossis occipitalis of the washing tub 21 made from the quartz for washing

a semiconductor wafer, and ultrapure water 26 is supplied upwards from a lower part in the washing tub 21 from this feed hopper 22.

[0046] In addition, although this operation gestalt is a configuration on condition of washing by the over flow rinse method, even if a washing method is not only this but a quick-dump-rinse method, it is possible. However, if it is made an over flow rinse method, the particle after the desorption intermingled in a penetrant remover can be made to be able to overflow from the washing tub 21 upper part, it can discharge, an always new penetrant remover can wash a semiconductor wafer, and prevention of resoiling of the semiconductor wafer by the particle after desorption can be aimed at.

[0047] The ultrasonic transfer tub 24 for transmitting a supersonic wave to the washing tub 21 interior is formed around said washing tub 21, and the lower part of the ultrasonic transfer tub 24 is made to generate a supersonic wave 500kHz or more, and the ultrasonic vibrator 25 transmitted in said washing tub 21 is installed.

[0048] In addition, although it is the so-called indirect method which constitutes the washing tub 21 separately as an inner lift of the ultrasonic transfer tub 24 with this operation gestalt, not only this but both configuration can be considered as the so-called direct method

which unified both. In this case, bigger ultrasonic reinforcement can be obtained. [0049] Moreover, in the ultrapure water production process whose ultrapure water 26 used as a penetrant remover is another process, the vacuum deairing is made enough.

[0050] In addition, in the case of ultrapure water, it can be enjoyed from the vacuum deairing being made that it can be used as a penetrant remover, without reducing the effectiveness which this invention brings about, although not necessarily limited to ultrapure water.

[0051] Moreover, more cavitation is generated without degrading the specific resistance of ultrapure water, if rare gas, such as an argon (Ar), helium (helium), and hydrogen, is added to this ultrapure water, and it becomes possible to raise a particle elimination factor further.

[0052] The reduced pressure shielding 31 is formed in the upper part of the washing tub 21 and the ultrasonic transfer tub 24 so that both may be surrounded. In addition, it says surrounding here so that the upper part may be covered as envelopment, as shown in drawing 1, and the condition of not being in contact with the washing tub 21 and the ultrasonic transfer tub 24 is said. the overflow into which spacing of the reduced pressure shielding 31 and the ultrasonic transfer tub 24 flows out of the washing tub 21 upper part via the ultrasonic transfer tub 24 upper part --

with a stream 27, this spacing is buried and it is set as extent which can maintain a reduced pressure condition.

[0053] in addition, this operation gestalt -- overflow -- although it is the method which maintains a reduced pressure condition by carrying out the seal of the inside of reduced pressure shielding with a stream 27, the reduced pressure shielding 31 can also be constituted with the method of a reduced pressure chamber so that a reduced pressure maintenance means may not be limited to this, for example, the washing tub 21 and ultrasonic transfer tub 24 whole may be entirely wrapped with the reduced pressure shielding 31. however, this overflow -- by adopting the method which carries out the seal of the inside of reduced pressure shielding with a stream, it is a simpler equipment configuration and becomes maintainable [the same reduced pressure condition as a reduced pressure chamber].

[0054] The reduced pressure shielding 31 is connected to the decompression device 32 by the duct 33, and the decompression device 32 has inverter equipment 39, the motor (illustration abbreviation) driven with inverter equipment 39, and the blower 40 which rotates by the motor. Inverter equipment 39 is used in order to control the rotational frequency of the motor for rotating a blower 40. The blower 40 is fixed with the pivotable condition inside the decompression device

32.

[0055] Pull-up equipment 34 has fixed in the upper part of the reduced pressure shielding 31, and has composition which can move up and down with reduced pressure shielding.

[0056] Between the pressure sensor 36 attached in reduced pressure shielding 31 wall and the dissolved gas concentration sensors 37 in ultrapure water attached in ultrapure water supply pipe 28 wall is separately connected by the signal line 38, respectively, and the pressure controller 35 is connected by the signal line 38 for transmitting pressure control information to the mist beam between the end of a pressure controller 35, and decompression devices 32, and this decompression device 32.

[0057] In addition, this operation gestalt is applicable also to any of the multi-tub batch method in the gestalt of a semiconductor wafer washing tub, and a single tub batch method.

[0058] And the washing approach concerning this invention is the washing approach of the substrate characterized by having the process which supplies a penetrant remover to a substrate, the process which decompresses the pressure of a field including a penetrant remover side top, and the process which transmits supersonic vibration to a penetrant remover under a reduced pressure condition, and washes a substrate.

[0059] Moreover, the semiconductor

device concerning this invention is a semiconductor device characterized by being manufactured using the washing approach of a substrate of having the process which supplies a penetrant remover to a substrate, the process which decompresses the pressure of a field including a penetrant remover side top, and the process which transmits supersonic vibration to a penetrant remover under a reduced pressure condition, and washes a substrate.

[0060] This operation gestalt is constituted as mentioned above, and explains the operation hereafter. In washing a semiconductor wafer using this operation gestalt, as drawing 1 is shown, it installs first the semiconductor wafer 23 which is a washed object in the washing tub 21. It precedes starting washing and the reduced pressure shielding 31 surrounds the upper part of the washing tub 21 and the ultrasonic transfer tub 24 by [to which it pulls up and equipment 34 moves caudad] having moved up on the occasion of installation of a semiconductor wafer 23 and ejection.

[0061] The ultrapure water 26 which is the penetrant remover of a semiconductor wafer is supplied to the interior of the washing tub 21 upwards from the bottom from the ultrapure water feed hopper 22 via the ultrapure water supply pipe 28. The supplied ultrapure water 26 is the phase where the amount exceeding the capacity of the washing tub 21 was

supplied, and flows out of the verge of the upper part of the washing tub 21 toward an outside. The condition of the so-called overflow that the ultrapure water supplied continuously flows out of the verge of the upper part of the ultrasonic transfer tub 24 toward an outside in the phase which the capacity of the ultrasonic transfer tub 24 also exceeded further further arises. In the case of this overflow condition, the ultrasonic vibrator 25 has generated the supersonic wave, and the decompression device 32 is controlled to work, when this ultrasonic vibrator 25 is in a drive condition. A decompression device 32 changes a pressure by controlling the rotational frequency of a blower 40 by the inverter equipment 39 which it has. In addition, it changes to a blower 40, and even if it uses a reduced pressure pump, it does not interfere at all.

[0062] The atmospheric air of the reduced pressure shielding 31 interior is decompressed through a duct 33 by rotation of the blower 40 which a decompression device 32 has. In order that said overflow water may carry out the seal of the ultrasonic transfer tub 24 to the reduced pressure shielding 31, a pressure is controlled and the reduced pressure shielding 31 interior is maintained by the predetermined reduced pressure condition.

[0063] in addition, the pressure in the reduced pressure shielding 31 -- overflow

-- although the water level of a stream 27 goes up -- a situation -- responding -- the overflow between the reduced pressure shielding 31 and the ultrasonic transfer tub 24 -- a stream 27 may be attracted and discharged with a pump 41.

[0064] The pressure in reduced pressure shielding in this reduced pressure condition is notified to a pressure controller 35 by the pressure sensor 36 through a signal line 38. Moreover, the concentration of the dissolved gas of the ultrapure water currently supplied in the washing tub 21 is too notified to a pressure controller 35 by the dissolved gas concentration sensor 37 through another signal line 38. From the value of these both fluctuation element, a pressure controller 35 computes the optimal setting pressure in the reduced pressure shielding 31, and notifies this optimal setting pressure through a signal line 38 to a decompression device 32. The inside of reduced pressure shielding is controlled by this notified value by the optimal pressure for particle removal.

[0065] Since the optimal pressure to particle removal changes also with the concentration of the dissolved gas in the ultrapure water supplied at the time, control pressure in reduced pressure shielding cannot generally be *****ed). For this reason, this detection means is useful in the point that the always optimal pressure for particle removal can be offered.

[0066] According to this operation gestalt, the following quantitative effectiveness was acquired. That is, when dissolved nitrogen concentration performed ultrasonic irradiation and washed a semiconductor wafer with the washing station of the conventional technique shown in drawing 2 using the ultrapure water which is 10 ppm as a penetrant remover, even if it carried out this ultrasonic irradiation, most cavitation is in the condition which is not produced, and it did not pass over the particle elimination factor on a semiconductor wafer to 20% or less. In addition, the saturated concentration of the dissolved nitrogen of the ultrapure water under atmospheric pressure is about 20 ppm.

[0067] When dissolved nitrogen concentration performed ultrasonic irradiation with the ultrasonic vibration frequency of 850kHz and washed a semiconductor wafer similarly with the washing station concerning this invention shown in drawing 1 using the ultrapure water which is 10 ppm as compared with this, the inside of reduced pressure shielding was controlled by the pressure controller 35 to 50kPa(s). By giving this reduced pressure, it will be in the condition near supersaturation, dissolved nitrogen will foam easily by the exposure of a supersonic wave, cavitation will arise, and the particle elimination factor of dissolved nitrogen in said ultrapure water on a semiconductor

wafer improved by leaps and bounds with 80% or more.

[0068] Moreover, in this operation gestalt, as for drawing 5, change of the pressure in the reduced pressure shielding 31 and the elimination factor of particle 0.2 micrometers or more are seen using ultrapure water, and in this case, the elimination factor rose rapidly from 60kPa, and it reached to 83% in 50kPa, and the removal engine performance became 95% and is mostly saturated with 40kPa. However, as mentioned above, in order that this removal performance curve may change also with the dissolved gas concentration in the ultrapure water supplied, this is detected and the inside of reduced pressure shielding is controlled by said pressure controller 35 by the optimal pressure.

[0069] Moreover, drawing 6 is what showed the comparison with the relation between the depth in the washing tub in the conventional technique, and the specific resistance of ultrapure water, the depth in the washing tub in the washing station concerning this invention, and the relation of the specific resistance of ultrapure water. It is the easily dissolvable solution gas 2 in the atmospheric air which affects the specific resistance of ultrapure water in the washing station applied to this invention from here, for example, CO. Since the dissolution is prevented, also in the field on a penetrant remover side, it can read

that specific resistance degradation of ultrapure water is not seen. It is the phase of washing of the semiconductor wafer which it is at the use time of ultrapure water even if a vacuum deairing is conventionally made in an ultrapure water production process, and is CO₂ from the inside of atmospheric air again. O₂ By dissolving into ultrapure water liquid, it had become the cause of generating of the natural oxidation film. Specific resistance degradation of the oil-level upper part is mainly CO₂. Although it originates, it is O₂ to coincidence. Dissolving is understood easily. However, it is this O₂ and CO₂ by maintaining the field on an oil level in the reduced pressure condition in this invention at the time of washing. The dissolution is prevented, therefore generating of the natural oxidation film to the semiconductor wafer top at the time of washing is further inhibited from before.

[0070] The 2nd operation gestalt, next the 2nd operation gestalt are explained based on drawing 3.

[0071] In drawing 3, the semiconductor wafer washing station concerning this invention is constituted by the so-called spin single wafer processing, and is equipped with the wafer chuck 52, the penetrant remover regurgitation nozzle 54, the waste fluid interim storage tank 57, the reduced pressure pump 59, and the reduced pressure chamber 60.

[0072] The wafer chuck 52 is fixed by the wafer rotary motor 53 with the revolving shaft, and when a semiconductor wafer 51 is laid in the upper part, it is constituted so that a semiconductor wafer 51 may be perpendicularly rotated to a revolving shaft. Moreover, the ultrasonic vibrator 55 has fixed for the penetrant remover regurgitation nozzle 54.

[0073] The encapsulation of the wafer chuck 52 and the whole penetrant remover regurgitation nozzle 54 is carried out to right and left by the reduced pressure chamber 60 which has the load lock 56 which can be opened and closed. Moreover, the reduced pressure pump 59 is connected to the reduced pressure chamber 60 through the waste fluid interim storage tank 57. The waste fluid bulb 58 is formed in the lower part at the waste fluid interim storage tank 57.

[0074] This operation gestalt is constituted as mentioned above, and explains the operation hereafter. When washing a semiconductor wafer using the equipment of this operation gestalt, first, the left load lock 56 is opened, a semiconductor wafer is carried in, and it sets to the wafer chuck 52. Then, a load lock 56 and the waste fluid bulb 58 are closed, the inside of the reduced pressure chamber 60 is made into a sealing condition, the reduced pressure pump 59 is worked, and the interior of the reduced pressure chamber 60 is decompressed below to atmospheric pressure.

Continuously, the washed object slack semiconductor wafer 51 is rotated by working the wafer rotary motor 53.

[0075] While the inside of the reduced pressure chamber 60 carries out the regurgitation from the penetrant remover regurgitation nozzle 54 to the semiconductor wafer 51 while rotating a penetrant remover in the phase decompressed to the setting pressure, a supersonic wave occurs with an ultrasonic vibrator 55.

[0076] In the phase which washing of a semiconductor wafer ended, the penetrant remover regurgitation, an ultrasonic oscillation, and rotation of a semiconductor wafer are suspended, operation of the reduced pressure pump 59 is stopped further, and the inside of the reduced pressure chamber 60 is returned to atmospheric pressure.

[0077] The right load lock 56 is opened, the washed semiconductor wafer is taken out, and it delivers to degree process. The waste fluid bulb 55 is opened and the penetrant remover which was able to be stored on the waste fluid interim storage tank 57 is discharged.

[0078] In addition, also in this operation gestalt, reduced pressure by the optimal control pressure for particle removal is realizable like the 1st operation gestalt by forming a pressure sensor, a dissolved gas concentration sensor, and a pressure controller.

[0079] According to this operation gestalt,

the same effectiveness is as enjoyable as the 1st operation gestalt brings also in the washing station of spin single wafer processing which does not use a washing tub.

[0080]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, effectiveness which is indicated below is done so.

[0081] That is, since the decompression device for decompressing the field on a penetrant remover side to the washing station possessing an ultrasonic vibrator below at washing station internal pressure is provided, nearby cavitation many can be generated from the case under an atmospheric pressure. Therefore, it becomes possible to fully generate cavitation also in ultrasonic cleaning in the condition of having reduced the dissolved oxygen and other dissolved gas in a penetrant remover by the vacuum deairing etc. beforehand, for prevention of natural oxidation film generating to a substrate. Consequently, the effectiveness that improvement in a particle elimination factor of a substrate can be aimed at is acquired.

[0082] Since the dissolution of the easily dissolvable solution gas out of the atmospheric air at the time of washing is prevented by coincidence and low dissolved oxygen concentration is maintained, the effectiveness that prevention can be aimed at is further

acquired in natural oxidation film generating to a substrate. That is, under an atmospheric pressure, generating of cavitation which suited trade-off relation, and natural oxidation film prevention will be attained by coincidence. The effectiveness of the particle removal leading to the defect of a semiconductor chip will increase by this, and the dependability of a semi-conductor product and the effectiveness of improvement in the yield will be done so.

[0083] Moreover, since ultrasonic cleaning is performed by mega hertz ultrasonic cleaning, the effectiveness that crystal destruction of a substrate besides the detailed particle removal below quarter micron size, suppression of static electricity destructive induction, and equalization of washing on the front face of a substrate can be attained is acquired.

[0084] Moreover, since said reduced pressure is performed carrying out overflow supply of the penetrant remover, the effectiveness that prevention of resoiling of a substrate by the particle after the desorption intermingled in a penetrant remover can be aimed at is acquired.

[0085] Furthermore, since a reduced pressure condition is maintained for overflow penetrant remover itself, the effectiveness that the reduced pressure at the time of said ultrasonic cleaning is realizable by simple equipment and a simple approach is acquired. By this, the

rise of the washing cost of the substrate accompanying the effectiveness of improvement in the yield of the above-mentioned semi-conductor product will be inhibited, the effectiveness which can raise the throughput in washing will be done so, increase of the footprint of a washing station will be inhibited to coincidence, and the effectiveness which eliminates the effect of the fall on the design degree of freedom in a clean room design will be done so.

[0086] Furthermore, since a means to detect the fluctuation element about cavitation generating and to control a pressure is established, the effectiveness of realizing reduced pressure by the optimal control pressure for particle removal will be acquired, and it will ** to improvement in the yield of the above-mentioned semi-conductor product further.

[0087] As mentioned above, according to this invention, the effectiveness of the particle removal leading to the defect of a semiconductor chip increases, the dependability of a semi-conductor product and improvement in the yield are attained, and it is very large invention of the effectiveness on industry.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing of longitudinal section showing the configuration and

operation of a washing station of the 1st operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 2] It is drawing of longitudinal section showing a configuration and an operation of the washing station of the conventional semiconductor wafer.

[Drawing 3] It is drawing of longitudinal section showing the configuration and operation of a washing station of the 2nd operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 4] It is the graph which shows correlation with the dissolved concentration of the nitrogen in ultrapure water, and the number of the increments in particle on a semiconductor wafer.

[Drawing 5] It is the graph which shows relation with a pressure [in reduced pressure shielding in the 1st example of the washing station concerning the invention in this application], and a particle elimination factor of 0.2 micrometers or more.

[Drawing 6] It is the graph which shows the comparison with the relation between the depth in the washing tub in the conventional technique, and the specific resistance of ultrapure water, the depth in the washing tub in the washing station concerning this invention, and the relation of the specific resistance of ultrapure water.

[Description of Notations]

1 21 Washing tub

2 22 Feed hopper of ultrapure water

3, 23, 51 Semiconductor wafer

4 24 Ultrasonic transfer tub

5, 25, 55 Ultrasonic vibrator

6 26 Ultrapure water

7 and 27 overflow -- stream

28 Ultrapure Water Supply Pipe

31 Reduced Pressure Shielding

32 Decompression Device

33 Duct

34 Pull-up Equipment

35 Pressure Controller

36 Pressure Sensor

37 Dissolved Gas Concentration Sensor

38 Signal Line

39 Inverter Equipment

40 Blower

41 Pump

52 Wafer Chuck

53 Wafer Rotary Motor

54 Penetrant Remover Regurgitation Nozzle

56 Load Lock

57 Waste Fluid Interim Storage Tank

58 Waste Fluid Bulb

59 Reduced Pressure Pump

60 Reduced Pressure Chamber

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-335294

(43)公開日 平成10年(1998)12月18日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 21/304

識別記号

3 4 1

F I

H 0 1 L 21/304

3 4 1 T

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-148094

(22)出願日 平成9年(1997)6月5日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 西木 一広

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 宮崎 邦浩

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

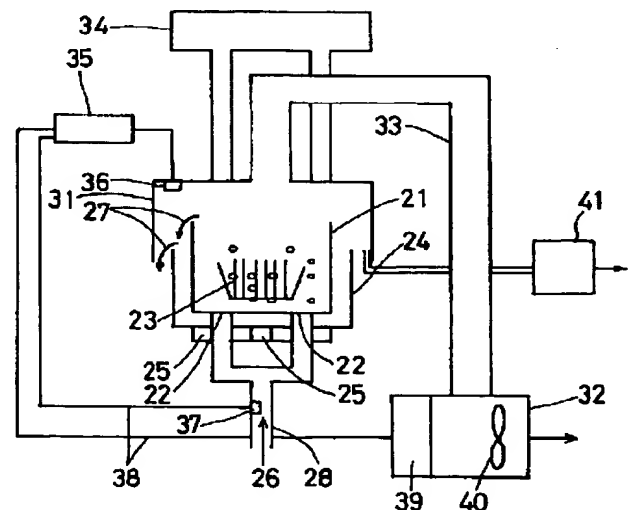
(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外3名)

(54)【発明の名称】 基板洗浄装置、洗浄方法およびその方法を用いて製造した半導体装置

(57)【要約】

【課題】 基板への自然酸化膜発生の防止のために、あらかじめ真空脱気等により洗浄液中の溶存酸素及び他の溶存ガスを低下させた状態での超音波洗浄において、基板のパーティクル除去率向上を図ることである。

【解決手段】 基板の洗浄を行う洗浄槽21と、洗浄槽21に洗浄液を供給する洗浄液供給手段22と、洗浄液に超音波振動を伝達させる超音波振動発生手段25と、洗浄液面上を含む領域を減圧する減圧発生手段32と、洗浄液面上を含む領域を包囲して減圧状態を維持するシールド31とを具備し、洗浄液面上を含む領域を減圧しながら、基板の超音波洗浄を行うものである。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の洗浄を行う洗浄槽と、
該洗浄槽に洗浄液を供給する洗浄液供給手段と、
前記洗浄液に超音波振動を伝達させる超音波振動発生手段と、
前記洗浄液面上を含む領域を減圧する減圧発生手段と、
前記洗浄液面上を含む領域を包囲して減圧状態を維持するシールドとを少なくとも具備することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項2】 前記超音波発生手段は、超音波伝達槽と超音波振動子とを有し、超音波振動は該超音波伝達槽を介して前記洗浄液に伝達することを特徴とする請求項1記載の基板洗浄装置。

【請求項3】 載置された基板を回転させる基板回転手段と、
前記基板上に洗浄液を吐出する洗浄液供給ノズルと、
前記洗浄液に超音波振動を伝達させる超音波振動発生手段と、
前記基板回転手段、前記洗浄液供給ノズル及び前記超音波振動発生手段を被包するシールドと、
該シールド内部を減圧する減圧発生手段とを少なくとも具備することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項4】 前記減圧発生手段は、減圧状態を維持する前記シールドに接続されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか記載の基板洗浄装置。

【請求項5】 前記超音波振動発生手段は、500キロヘルツ以上の超音波を発生することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか記載の基板洗浄装置。

【請求項6】 前記洗浄液供給手段は、洗浄液を前記洗浄槽内にオーバーフローするように供給し、該洗浄液のオーバーフローは、前記超音波振動の発生と同時に行われることを特徴とする請求項1、2、4及び5のいずれか記載の基板洗浄装置。

【請求項7】 オーバーフローする前記洗浄液は、前記シールドとともに洗浄液面上を含む領域の減圧状態を維持することを特徴とする請求項6記載の基板洗浄装置。

【請求項8】 前記基板洗浄装置は、
前記洗浄液面上を含む領域の圧力を検出する圧力検出手段と、
該圧力検出手段の圧力検出結果に基づいて前記シールド内の圧力を制御する信号を前記減圧発生手段に出力する圧力制御手段とを少なくとも具備することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか記載の基板洗浄装置。

【請求項9】 前記基板洗浄装置は、
前記洗浄液の溶存ガス濃度を検出する溶存ガス検出手段と、
該溶存ガス検出手段の濃度検出結果に基づいて前記シールド内の圧力を制御する信号を前記減圧発生手段に出力する圧力制御手段とを少なくとも具備することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか記載の基板洗浄装置。

2

【請求項10】 基板に洗浄液を供給する工程と、
該洗浄液面上を含む領域の圧力を減圧する工程と、
減圧状態で超音波振動を前記洗浄液に伝達して前記基板を洗浄する工程とを少なくとも有することを特徴とする基板洗浄方法。

【請求項11】 前記基板は、洗浄槽内に設置され、該基板に供給される洗浄液は前記洗浄槽よりオーバーフローすることを特徴とする請求項10記載の基板洗浄方法。

【請求項12】 前記洗浄液は、真空脱気された純水であることを特徴とする請求項10または11記載の基板洗浄方法。

【請求項13】 前記洗浄液中には、窒素、アルゴン、ヘリウム及び水素の希ガスのうち少なくとも1種類が溶存していることを特徴とする請求項10乃至12のいずれか記載の基板洗浄方法。

【請求項14】 前記減圧状態は、前記シールド内の圧力及び前記洗浄液中の溶存ガスの濃度に基づいて制御されることを特徴とする請求項10乃至13のいずれか記載の基板洗浄方法。

【請求項15】 基板に洗浄液を供給する工程と、
該洗浄液面上を含む領域の圧力を減圧する工程と、
減圧状態で超音波振動を前記洗浄液に伝達して前記基板を洗浄する工程とを少なくとも有する基板の洗浄方法を用いて製造されたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板洗浄装置、洗浄方法およびその方法を用いて製造した半導体装置に関し、特に、基板への酸化膜発生の防止のため洗浄液中の溶存酸素及び他の溶存ガスを低下させた状態での超音波洗浄においても、基板のパーティクル除去率向上を図るための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体ウェーハ等の基板の処理プロセスにおいては、半導体デバイスの欠陥の原因となる有機物、金属不純物、パーティクルおよび自然酸化膜等の除去を目的として、基板の洗浄工程が設けられている。

【0003】従来より、かかる洗浄工程では、特に、パーティクル（微細粒子をいう。）除去のため、物理洗浄としての超音波洗浄を、化学洗浄と併用するのが一般的な手法であった。そして、現在においては、こうした超音波洗浄のうちでも、従来の汎用超音波洗浄（28kHz～100kHz）に替わって、500kHz以上の周波数による、いわゆるメガヘルツ超音波洗浄（メガソニック洗浄）が、主流となるに至っている。これは、半導体チップの集積技術の向上に伴い、デザインルールもますます微細化されたことによるところの、クォーターミクロンサイズ以下の微細なパーティクル除去の必要性の

(3)

3

他、基板の結晶破壊、静電気破壊誘発の抑止、基板表面の洗浄均一化の要請に対応するものである（「メガソニック発生と洗浄」 クリーンテクノロジー 1996. 6.）。

【0004】一方、自然酸化膜の成長を抑止するために、上記洗浄工程で洗浄液として用いられる超純水の製造工程においては、自然酸化膜発生の原因となる溶存酸素の低減を行うべく、真空脱気を行うのが一般的である。そして、かかる真空脱気においても、上述デザインルールの微細化に伴い、脱気性能を向上し、溶存酸素を従来よりさらに低減することがますます求められる状況にある。こうして、十分に溶存ガス（溶存酸素、溶存窒素等）が低減された後の超純水が、メガヘルツ洗浄時に、洗浄液としてパーティクル除去のために供されるのである。

【0005】従来においては、かかる自然酸化膜成長抑止のための超純水の真空脱気の性能向上の要請と、パーティクル除去率向上の要請という二つの要請は、何等矛盾するものではなかった。即ち、十分に溶存ガスの低減された超純水をメガヘルツ超音波洗浄に用いた場合、溶存ガスにより引き起こされるところのキャビテーションはそれだけ発生しなくなる。現在、超音波洗浄でウェーハ上のパーティクルがいかんして除去されるかのメカニズムの定説はまだ確立されていないが、一般に、超音波による水分子の振動によりパーティクルが脱離するというのが通説となっていた。このため、従来より、キャビテーションの存在は、かかる水分子の振動に起因する圧力波の伝播を妨げるものとされており、従って、キャビテーションの発生を抑止することは、そのままパーティクル除去率の向上に結び付くとされていたからである。尚、ここでキャビテーションとは、液体中に含有しているガスが分離して気泡を発生することにより、流れる液体中に空洞が発生する現象をいい、その発生量に関しては、液体中の溶存ガス量の他、液体に加わる圧力、液体の温度等が変動要素として挙げられるものである。

【0006】しかしながら、最近になって、新たに、メガヘルツ超音波洗浄において、キャビテーション自体がパーティクル除去に有効に作用すること、即ち、効率的なパーティクル除去にはキャビテーションの発生が必要となることが判明した。

【0007】図4に示す実験データは、かかるキャビテーションの必要性を示唆するものである。即ち、図4は、洗浄液である純水中の窒素の溶存濃度とウェーハ上のパーティクル増加数との相関を示すものである。具体的には、パーティクルが200個前後吸着している8インチウェーハを、大気圧下にて窒素濃度をコントロールした純水を用いて超音波洗浄（超音波周波数850メガヘルツ、10分間照射）を行った場合のパーティクルの増減数をグラフとしたものであり、増加数がマイナスになるほどパーティクル除去の効果が高いことを示してい

4

る。ここからは、純水中の溶存ガスの一つである窒素の濃度が高ければ、それだけ基板上のパーティクルが減少することが読み取れ、従って、溶存ガスから励起されるキャビテーションの発生が多ければ、それだけパーティクル除去がなされるものであるといえる。

【0008】ここにおいて、上述の自然酸化膜成長抑止のための超純水の真空脱気の性能向上の要請と、パーティクル除去率向上の要請という二つの要請は、トレードオフの関係にあることが見出されたのである。即ち、自然酸化膜成長抑止のため、超純水の真空脱気の精度を向上させれば、それだけ、キャビテーションの発生が抑止されることとなり、パーティクル除去率の向上をある程度犠牲にすることとなるという、新たな問題が生じることとなったのである。

【0009】従来の一般的な基板洗浄装置の一例として、図2の装置が挙げられる。

【0010】基板を洗浄するための石英製の洗浄槽1の底部には、洗浄液として用いられる超純水の供給口2が設けられており、また、該洗浄槽1の周辺には、超音波を洗浄槽1の内部に伝達するための超音波伝達槽4が設けられている。また、該超音波伝達槽4の下部には、500キロヘルツ以上の超音波を発生するための超音波振動子5が設置されている。

【0011】また、洗浄液として用いられる超純水6は、別工程である超純水製造工程において、十分真空脱気がなされているものである。

【0012】かかる構成に基づくメガヘルツ超音波洗浄は、以下のようになされる。即ち、メガヘルツ超音波洗浄時には、まず、洗浄槽1の内部に被洗浄物である半導体ウェーハ3等の基板を設置する。そして、超純水の供給口2より、洗浄液である超純水6が、洗浄槽1内部に下方から上方への向きで供給される。図2の従来例においては、供給された超純水6は、洗浄槽1の上部からオーバーフロー流水7として溢れ出すという、いわゆるオーバーフローリンスの形式が採られている。かかる超純水6のオーバーフロー供給時に、超音波振動子5が稼働し、半導体ウェーハ3に対し、超音波振動が加えられることによって、パーティクルが除去される。

【0013】しかしながら、超純水6に対しては、上述の如く、真空脱気がなされ、溶存ガスが低下しているために、洗浄時に超音波振動が加えられても、十分なキャビテーションを発生させることができなかった。

【0014】以上のように、従来の基板洗浄装置では、十分に真空脱気を施した超純水を洗浄液として使用すれば、メガヘルツ超音波洗浄において、それだけキャビテーションの発生が抑止されることとなり、パーティクル除去率の向上を十分に図ることができないのである。

【0015】即ち、従来の基板洗浄装置、洗浄方法を用いたのでは、上述の、自然酸化膜成長抑止のための真空脱気の性能向上の要請と、パーティクル除去率向上の要

(4)

5

請という二つの要請を同時に満たすことができないという問題点が生じたのである。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、本発明は、従来技術における、自然酸化膜成長抑止のための真空脱気の性能向上の要請と、パーティクル除去率向上の要請という二つの要請を同時に満たすことができないという問題点を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、基板への自然酸化膜発生の防止のために、あらかじめ洗浄液中の溶存酸素及び他の溶存ガスを低下させた状態においても、十分にキャビテーションを発生させて、基板のパーティクル除去率向上を図ることのできる超音波振動子を具備する洗浄装置を提供することにある。

【0017】加えて、洗浄時における大気中からの易溶解ガスの溶解を防止することにより、さらに長時間の洗浄によっても基板への自然酸化膜発生の防止を図り、同時にパーティクル除去率の向上を図ることにある。

【0018】また、他の目的は、超音波洗浄をメガヘルツ超音波洗浄とすることにより、クォーターミクロンサイズ以下の微細なパーティクル除去の他、基板の結晶破壊、静電気破壊誘発の抑止、基板表面の洗浄の均一化を図ることにある。

【0019】また、他の目的は、洗浄液をオーバーフローするように供給しながら、前記減圧装置を稼働させることにより、洗浄液中に混在する脱離後のパーティクルによる、基板の再汚染の防止を図ることにある。

【0020】また、他の目的は、オーバーフロー洗浄液を用いて減圧状態を維持することにより、簡易な装置や方法で、前記超音波洗浄時における減圧を実現することにある。

【0021】また、他の目的は、キャビテーション発生に関する変動要素を検知して圧力を制御する手段を設けることにより、パーティクル除去に最適な制御圧力による減圧を実現することにある。

【0022】更に、本発明の目的は、基板への自然酸化膜発生の防止のために、あらかじめ洗浄液中の溶存酸素を低下させた状態においても、十分にキャビテーションを発生させて、基板のパーティクル除去率向上を図ることのできる、基板の超音波洗浄方法を提供することにある。

【0023】更に、本発明の目的は、同様に、基板への自然酸化膜発生の防止のために、あらかじめ洗浄液中の溶存酸素を低下させた状態においても、十分にキャビテーションを発生させて、基板のパーティクル除去率向上を図ることのできる、超音波洗浄方法を用いて製造された半導体装置を提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】要するに、本発明装置（請求項1）は、基板の洗浄を行う洗浄槽と、該洗浄槽

6

に洗浄液を供給する洗浄液供給手段と、前記洗浄液に超音波振動を伝達させる超音波振動発生手段と、前記洗浄液面上を含む領域を減圧する減圧発生手段と、前記洗浄液面上を含む領域を包囲して減圧状態を維持するシールドとを少なくとも具備することを特徴とするものである。

【0025】尚、ここで減圧とは、通常は大気圧以下に減圧することをいうが、少なくとも、クリーンルーム内の雰囲気以下に減圧することをいう。

10 【0026】上記構成によれば、超音波洗浄時に、洗浄液面上を含む領域を減圧することにより、洗浄液中の溶存ガス量が少なくても、大気圧下における場合よりも、より多くのキャビテーションを発生させることができる。つまり、洗浄液中の酸素等の溶存ガス量を低下して、基板への自然酸化膜発生を防止しつつ、同時に所望のキャビテーションを発生させることにより、基板のパーティクル除去率向上を図ることが可能となる。

20 【0027】また、同様に超音波洗浄時に洗浄液面上を含む領域を減圧することによって、大気中の易溶解ガスの溶解を防止でき、低い溶存ガス濃度が維持され、洗浄液の比抵抗劣化が防止される。つまり、長時間の超音波洗浄においても、基板への自然酸化膜発生を抑止することが可能となる。

【0028】また、請求項2の発明においては、前記超音波発生手段は、超音波伝達槽と超音波振動子とを有し、超音波振動は該超音波伝達槽を介して前記洗浄液に伝達することにより、上述の請求項1の装置と同様の効果を得ることが可能となる。

30 【0029】また、請求項3の発明においては、載置された基板を回転させる基板回転手段と、前記基板上に洗浄液を吐出する洗浄液供給ノズルと、前記洗浄液に超音波振動を伝達させる超音波振動発生手段と、前記基板回転手段、前記洗浄液供給ノズル及び前記超音波振動発生手段を被包するシールドと、該シールド内部を減圧する減圧発生手段とを少なくとも具備することにより、上述の請求項1の装置と同様の効果を得ることが可能となる。

【0030】また、請求項4の発明においては、前記減圧発生手段は、減圧状態を維持する前記シールドに接続されていることにより、やはり、上述の請求項1の装置と同様の効果を得ることが可能となる。

【0031】また、請求項5の発明においては、前記超音波振動発生手段は、500キロヘルツ以上の超音波を発生することにより、クォーターミクロンサイズ以下の微細なパーティクル除去の他、基板の結晶破壊、静電気破壊誘発の抑止、基板面の洗浄の均一化を図ることが可能となる。

50 【0032】また、請求項6の発明においては、前記洗浄液供給手段は、洗浄液を前記洗浄槽内にオーバーフローするように供給し、該洗浄液のオーバーフローは、前

(5)

7

記超音波振動の発生と同時に進行することにより、洗浄液中に混在する脱離後のパーティクルを洗浄装置上部から排出して、常に新たな洗浄液により基板の洗浄を行うことができ、脱離後のパーティクルによる基板の再汚染の防止を図ることが可能となる。

【0033】また、請求項7の発明においては、オーバーフローする前記洗浄液は、前記シールドとともに洗浄液面上を含む領域の減圧状態を維持することにより、超音波洗浄時における減圧を施すために専用の減圧チェンバー等を洗浄装置自体の外部に形成する等の装置の大規模化が不要となり、簡易な装置によって減圧を実現することが可能である。

【0034】さらに、請求項8および9の発明においては、キャビテーション発生に関する変動要素を検出する検出手段と、該検出結果に基づいて前記シールド内の圧力を制御する信号を前記減圧発生手段に出力する圧力制御手段とを少なくとも具備することにより、一律に設定することのできない減圧の値を状況に応じて伝達し、パーティクル除去に最適な制御圧力による減圧を実現することが可能である。尚、ここで、検出手段とは、具体的には、圧力センサーおよび溶存ガス濃度センサーをいう。

【0035】また、本発明方法（請求項10）は、前記洗浄液の溶存ガス濃度を検出する溶存ガス検出手段と、該溶存ガス検出手段の濃度検出結果に基づいて前記シールド内の圧力を制御する信号を前記減圧発生手段に出力する圧力制御手段とを少なくとも具備することを特徴とするものである。

【0036】かかる方法によれば、超音波洗浄時に、洗浄液面上を含む領域を減圧することにより、洗浄液中の溶存ガス量が少なくても、大気圧下における場合よりも、より多くのキャビテーションを発生させることができる。つまり、洗浄液中の酸素等の溶存ガス量を低下して、基板への自然酸化膜発生を防止しつつ、同時に所望のキャビテーションを発生させることにより、基板のパーティクル除去率向上を図ることが可能となる。また、同様に超音波洗浄時に洗浄液面上を含む領域を減圧することによって、大気中の易溶解ガスの溶解を防止でき、低い溶存ガス濃度が維持され、洗浄液の比抵抗劣化が防止される。つまり、長時間の超音波洗浄においても、基板への自然酸化膜発生を抑止することが可能となる。尚、ここで、所定の圧力とは、洗浄装置内の圧力以下の圧力をいう。

【0037】また、請求項11の発明においては、前記基板は洗浄槽内に設置され、該基板に供給される洗浄液は前記洗浄槽よりオーバーフローすることにより、洗浄液中に混在する脱離後のパーティクルを洗浄装置上部から排出して、常に新たな洗浄液により基板の洗浄を行うことができ、脱離後のパーティクルによる基板の再汚染の防止を図ることが可能となる。

8

【0038】また、請求項12の発明においては、前記洗浄液は、真空脱気された純水であることにより、洗浄時には溶存ガスが低減されているため、本発明のもたらす効果を減殺されることなく享受することが可能となる。

【0039】また、請求項13の発明においては、前記洗浄液中には、窒素、アルゴン、ヘリウム及び水素の希ガスのうち少なくとも1種類が溶存していることにより、超純水の比抵抗を劣化させることなく、より多くのキャビテーションを発生させ、パーティクル除去率をさらに向上させることが可能となる。

【0040】また、請求項14の発明においては、前記減圧状態は、前記シールド内の圧力及び前記洗浄液中の溶存ガスの濃度に基づいて制御されることにより、一律に設定することのできない減圧の値を状況に応じて伝達し、パーティクル除去に最適な制御圧力による減圧を実現することが可能である。

【0041】さらに、本発明の半導体装置（請求項15）は、基板に洗浄液を供給する工程と、該洗浄液面上を含む領域の圧力を減圧する工程と、減圧状態で超音波振動を前記洗浄液に伝達して前記基板を洗浄する工程とを少なくとも有する基板の洗浄方法を用いて製造されたことを特徴とするものである。

【0042】かかる半導体装置によれば、超音波洗浄時に、洗浄液面上を含む領域を減圧することにより、洗浄液中の溶存ガス量が少なくても、大気圧下における場合よりも、より多くのキャビテーションを発生させることができる。つまり、洗浄液中の酸素等の溶存ガス量を低下して、基板への自然酸化膜発生を防止しつつ、同時に所望のキャビテーションを発生させることにより、基板のパーティクル除去率向上を図ることが可能となる。また、同様に超音波洗浄時に洗浄液面上を含む領域を減圧することによって、大気中の易溶解ガスの溶解を防止でき、低い溶存ガス濃度が維持され、洗浄液の比抵抗劣化が防止される。つまり、長時間の超音波洗浄においても、基板への自然酸化膜発生を抑止することが可能となる。従って、より信頼性および歩留まりの向上した半導体装置を得ることができる。

【0043】

【発明の実施の形態】

第1の実施形態

以下、本発明を図面に示す第1の実施形態に基づいて説明する。図1において、本発明に係る基板洗浄装置は、洗浄槽21と、超音波伝達槽24と、減圧シールド31と、減圧装置32と、引上げ装置34と、圧力制御装置35とを備えている。

【0044】尚、本実施形態においては、基板の一つとして半導体ウェーハを洗浄する場合につき、説明する。但し、被洗浄物は、これに限定されるものではなく、集積回路を形成するための下地板、露光用マスク基板等

(6)

9

の基板一般を対象とすることができる。

【0045】図1において、半導体ウェーハを洗浄するための石英製の洗浄槽21の底部には、洗浄液として用いられる超純水の供給口22が設けられており、該供給口22より洗浄槽21内に超純水26が下方から上方へ供給される。

【0046】尚、本実施形態は、オーバーフローリンス方式による洗浄を前提とした構成であるが、洗浄方式はこれに限らず、クイックダンプリンス方式であっても可能である。ただし、オーバーフローリンス方式にすれば、洗浄液中に混在する脱離後のパーティクルを洗浄槽21上部からオーバーフローさせて排出し、常に新たな洗浄液により半導体ウェーハの洗浄を行うことができ、脱離後のパーティクルによる半導体ウェーハの再汚染の防止を図ることができる。

【0047】前記洗浄槽21の周辺には、超音波を洗浄槽21内部に伝達するための超音波伝達槽24が設けられており、また、超音波伝達槽24の下部には、500キロヘルツ以上の超音波を発生させ、前記洗浄槽21内に伝達する超音波振動子25が設置されている。

【0048】尚、本実施形態では、洗浄槽21を超音波伝達槽24の内槽として別個に構成する、いわゆる間接方式となっているが、両者の構成はこれに限らず、例えば、両者を一体化したいわゆる直接方式とすることも可能である。かかる場合は、より大きな超音波強度を得ることができる。

【0049】また、洗浄液として用いられる超純水26は、別工程である超純水製造工程において、十分真空脱気がなされているものである。

【0050】尚、洗浄液として使用できるのは、必ずしも超純水には限定されないが、超純水の場合には、真空脱気がなされていることより、本発明のもたらす効果が減殺されることなく享受できるのである。

【0051】また、かかる超純水に、アルゴン(Ar)、ヘリウム(He)、水素等の希ガスを添加すれば、超純水の比抵抗を劣化させることなく、より多くのキャビテーションを発生させ、パーティクル除去率をさらに向上させることが可能となる。

【0052】洗浄槽21及び超音波伝達槽24の上部には、両者を包囲するように減圧シールド31が設けられている。尚、ここで包囲とは、図1に示すように、上方を覆うように取り囲むことをいい、洗浄槽21及び超音波伝達槽24と接触していない状態をいう。減圧シールド31と、超音波伝達槽24との間隔は、洗浄槽21上部から超音波伝達槽24上部を経由して流出するオーバーフロー流水27により、該間隔を埋めて減圧状態を維持可能な程度に設定されるものである。

【0053】尚、本実施形態は、オーバーフロー流水27により減圧シールド内をシールすることによって減圧状態を維持する方式となっているが、減圧維持手段は、

10

これに限定されず、例えば、洗浄槽21及び超音波伝達槽24全体を減圧シールド31によって被包するように、すなわち、減圧チェンバーの方式で減圧シールド31を構成することもできる。しかしながら、かかるオーバーフロー流水により減圧シールド内をシールする方式を採用することによって、より簡易な装置構成で、減圧チェンバーと同様の減圧状態の維持が可能となるのである。

【0054】減圧シールド31は、ダクト33により、減圧装置32に接続されており、減圧装置32は、インバータ装置39と、インバータ装置39により駆動されるモーター(図示省略)と、モーターにより回転されるブロワー40とを有している。インバータ装置39は、ブロワー40を回転させるためのモーターの回転数を制御するために用いられる。ブロワー40は、減圧装置32の内部に、回転可能な状態で軸止されている。

【0055】引上げ装置34は、減圧シールド31の上部に固着されており、減圧シールドと共に上下動可能な構成となっている。

【0056】圧力制御装置35は、減圧シールド31内壁に着設された圧力センサー36、および超純水供給管28内壁に着設された超純水中溶存ガス濃度センサー37との間を、それぞれ別個に、信号線38により接続されており、圧力制御装置35の一端と、減圧装置32との間もやはり、該減圧装置32に対して、圧力制御情報を伝達するための信号線38により接続されている。

【0057】尚、本実施形態は、半導体ウェーハ洗浄槽の形態における、多槽バッチ方式、単槽バッチ方式のいずれに対しても適用可能である。

【0058】そして、本発明に係る洗浄方法は、基板に洗浄液を供給する工程と、洗浄液面上を含む領域の圧力を減圧する工程と、減圧状態で超音波振動を洗浄液に伝達して基板を洗浄する工程とを有することを特徴とする基板の洗浄方法である。

【0059】また、本発明に係る半導体装置は、基板に洗浄液を供給する工程と、洗浄液面上を含む領域の圧力を減圧する工程と、減圧状態で超音波振動を洗浄液に伝達して基板を洗浄する工程とを有する基板の洗浄方法を用いて製造されたことを特徴とする半導体装置である。

【0060】本実施形態は、上記のように構成されており、以下、その作用について説明する。本実施形態を用いて半導体ウェーハの洗浄を行う場合には、図1において示す如く、まず、洗浄槽21内に、被洗浄物である半導体ウェーハ23を設置する。洗浄を開始するに先立って、半導体ウェーハ23の設置、取り出しの際には上方に移動していた引上げ装置34が下方に移動することによって、減圧シールド31が、洗浄槽21および超音波伝達槽24の上方を包囲する。

【0061】半導体ウェーハの洗浄液である超純水26

(7)

11

が、超純水供給管28を経由して、超純水供給口22より洗浄槽21の内部に下から上へ供給される。供給された超純水26は、洗浄槽21の容量を超える量が供給された段階で、洗浄槽21の上部の辺縁から外側に向かって流れ出す。続けて供給される超純水が、さらに超音波伝達槽24の容量も超えた段階で、超音波伝達槽24の上部の辺縁からさらに外側に向かって流れだす、いわゆるオーバーフローの状態が生じる。超音波振動子25は、かかるオーバーフロー状態の場合に超音波を発生しており、また、減圧装置32は、該超音波振動子25が駆動状態にあるときに、稼働するように制御されている。減圧装置32は、その有するインバータ装置39によってブロワー40の回転数を制御することにより圧力を変化させる。尚、ブロワー40にかえて、減圧ポンプを用いても何ら差支えない。

【0062】減圧装置32の有するブロワー40の回転により、ダクト33を通じて減圧シールド31内部の大気が減圧される。前記オーバーフロー水が減圧シールド31と超音波伝達槽24をシールするため、減圧シールド31内部は所定の減圧状態に圧力が制御され、維持される。

【0063】尚、減圧シールド31内の圧力によっては、オーバーフロー流水27の水位が上がるが、状況に応じて減圧シールド31と超音波伝達槽24の間のオーバーフロー流水27をポンプ41により吸引、排出してもよい。

【0064】かかる減圧状態にある減圧シールド内の圧力は、圧力センサー36により、信号線38を通じて圧力制御装置35に通知される。また、洗浄槽21内に供給されている超純水の溶存ガスの濃度は、溶存ガス濃度センサー37により、別の信号線38を通じて、やはり圧力制御装置35に通知される。圧力制御装置35は、この両者の変動要素の値から、減圧シールド31内の最適設定圧力を算出し、減圧装置32に対して信号線38を通じて、かかる最適設定圧力を通知する。この通知された値によって、減圧シールド内が、パーティクル除去に最適な圧力に制御されるのである。

【0065】パーティクル除去に対する最適な圧力は、その時点で供給される超純水中の溶存ガスの濃度によっても変化するため、減圧シールド内の制御圧力は一概には設定できない。このため、かかる検知手段は常にパーティクル除去に最適な圧力を提供できる点において有益である。

【0066】本実施形態によれば、以下の定量的効果が得られた。すなわち、図2に示す従来技術の洗浄装置により、洗浄液として溶存窒素濃度が10ppmである超純水を用い、超音波照射を行って半導体ウェーハの洗浄をなした場合には、該超音波照射をしても、キャビテーションはほとんど生じない状態であり、また、半導体ウェーハ上のパーティクル除去率は、20%以下にしか過

12

ぎなかった。尚、大気圧下における超純水の溶存窒素の飽和濃度は約20ppmである。

【0067】これと比較して、同様に、溶存窒素濃度が10ppmである超純水を用い、図1に示す本発明に係る洗浄装置により、850kHzの超音波振動数で超音波照射を行って半導体ウェーハの洗浄をする際に、圧力制御装置35により減圧シールド内を50kPaに制御した。かかる減圧を施すことにより、前記超純水中の溶存窒素は、過飽和に近い状態となって、超音波の照射により溶存窒素が容易に発泡し、キャビテーションが生じることとなり、半導体ウェーハ上のパーティクル除去率は、80%以上と飛躍的に向上したのである。

【0068】また、図5は、本実施形態において、超純水を使用して減圧シールド31内の圧力の変化と0.2μm以上のパーティクルの除去率をみたものであり、この場合においては、60kPaから除去率が急激に上昇し、50kPaで83%に達して、40kPaで除去性能は95%となりほぼ飽和している。しかしながら、かかる除去性能曲線は、前述したように、供給される超純水中の溶存ガス濃度によっても変化するために、これを検知して、前記圧力制御装置35により減圧シールド内が最適圧力に制御されるのである。

【0069】また、図6は、従来技術における洗浄槽内の深度と超純水の比抵抗との関係と、本発明に係る洗浄装置における洗浄槽内の深度と超純水の比抵抗との比較を示したもので、ここからは、本発明に係る洗浄装置においては、超純水の比抵抗に影響を与える大気中の易溶解ガス、例えばCO₂の溶解が防止されているために、洗浄液面上の領域においても、超純水の比抵抗劣化がみられないことが読み取れる。従来は、超純水製造工程において真空脱気がなされても、超純水の使用時である半導体ウェーハの洗浄の段階で、再び大気中よりCO₂やO₂が超純水液中に溶解することによって、自然酸化膜の発生の原因となっていたのである。液面上部の比抵抗劣化は、主にCO₂に起因するものではあるが、同時にO₂が溶解していることは容易に理解されるものである。しかしながら、本発明において、洗浄時に液面上の領域を減圧状態に維持することによって、かかるO₂やCO₂の溶解が防止され、従って、洗浄時における半導体ウェーハ上への自然酸化膜の発生が従来よりさらに抑止されるのである。

【0070】第2の実施形態

次に、第2の実施形態を図3に基づいて説明する。

【0071】図3において、本発明に係る半導体ウェーハ洗浄装置は、いわゆるスピン枚葉式により構成されており、ウェーハチャック52と、洗浄液吐出ノズル54と、廃液一時保管タンク57と、減圧ポンプ59と、減圧チャンバー60とを備えている。

【0072】ウェーハチャック52は、ウェーハ回転モーター53に回転軸により軸止されており、半導体ウェー

(8)

13

ーハ51をその上部に載置した場合に、半導体ウェーハ51を回転軸に対し垂直方向に回転するように構成されている。また、洗浄液吐出ノズル54には、超音波振動子55が固着されている。

【0073】ウェーハチャック52および洗浄液吐出ノズル54の全体は、左右に、開閉可能なロードロック56を有する減圧チャンバー60により被包されている。また、減圧ポンプ59は、廃液一時保管タンク57を介して減圧チャンバー60に接続されている。廃液一時保管タンク57には、下部に廃液バルブ58が形成されて

いる。
【0074】本実施形態は、上記のように構成されており、以下、その作用について説明する。本実施形態の装置を用いて半導体ウェーハの洗浄を行う場合は、まず、左のロードロック56を開いて、半導体ウェーハを搬入し、ウェーハチャック52にセットする。その後、ロードロック56、廃液バルブ58を閉じて、減圧チャンバー60内を密閉状態とし、減圧ポンプ59を稼働させて、減圧チャンバー60の内部を大気圧以下に減圧する。続けて、ウェーハ回転モーター53を稼働させること

によって、被洗浄物たる半導体ウェーハ51を回転させる。
【0075】減圧チャンバー60内が、設定圧力まで減圧された段階で、洗浄液吐出ノズル54から、洗浄液を回転中の半導体ウェーハ51に対して吐出するとともに、超音波振動子55によって、超音波が発生する。

【0076】半導体ウェーハの洗浄が終了した段階で、洗浄液吐出、超音波発振、および半導体ウェーハの回転を停止し、さらに減圧ポンプ59の稼働を停止して、減圧チャンバー60内を大気圧に戻す。

【0077】右のロードロック56を開き、洗浄された半導体ウェーハを搬出し、次工程に受け渡す。廃液バルブ55を開き、廃液一時保管タンク57に貯められた洗浄液を排出する。

【0078】尚、本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、圧力センサーや溶存ガス濃度センサーおよび圧力制御装置を設けることにより、パーティクル除去に最適な制御圧力による減圧を実現することができる。

【0079】本実施形態によれば、第1の実施形態がもたらすのと同様の効果を、洗浄槽を用いないスピンドル式の洗浄装置においても、享受することができるのである。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、以下に記載されるような効果を奏する。

【0081】即ち、超音波振動子を具備する洗浄装置に洗浄液面上の領域を洗浄装置内圧力以下に減圧するための減圧装置を具備するので、大気圧下における場合よりもより多くのキャビテーションを発生させることができる。従って、基板への自然酸化膜発生の防止のために、

14

あらかじめ真空脱気等により洗浄液中の溶存酸素及び他の溶存ガスを低下させた状態での超音波洗浄においても、十分にキャビテーションを発生させることが可能となる。その結果、基板のパーティクル除去率向上を図ることができる効果が得られる。

【0082】同時に、洗浄時における大気中からの易溶解ガスの溶解が防止され、低い溶存酸素濃度が維持されているので、さらに基板への自然酸化膜発生を防止を図ることができる効果が得られる。つまり、大気圧下ではトレードオフ関係にあったキャビテーションの発生と自然酸化膜防止とが同時に達成されることとなる。これにより、半導体チップの欠陥の原因となるパーティクル除去の効率が上がり、半導体製品の信頼性ならびに歩留まりの向上の効果を奏することとなるのである。

【0083】また、超音波洗浄をメガヘルツ超音波洗浄で行うので、クォーターミクロンサイズ以下の微細なパーティクル除去の他、基板の結晶破壊、静電気破壊誘発の抑止、基板表面の洗浄の均一化を図ることができる効果が得られる。

【0084】また、洗浄液をオーバーフロー供給しながら、前記減圧を行うので、洗浄液中に混在する脱離後のパーティクルによる、基板の再汚染の防止を図ることができる効果が得られる。

【0085】更に、オーバーフロー洗浄液自身で減圧状態を維持するので、簡易な装置や方法で、前記超音波洗浄時における減圧を実現することができる効果が得られる。これにより、前述半導体製品の歩留まりの向上という効果に伴う基板の洗浄コストの上昇を抑止し、洗浄におけるスループットを向上させることができる効果を奏することとなり、同時に洗浄装置のフットプリントの増大を抑止し、クリーンルーム設計における設計自由度の低下への影響を排除する効果を奏することとなる。

【0086】更に、キャビテーション発生に関する変動要素を検知して圧力を制御する手段を設けるので、パーティクル除去に最適な制御圧力による減圧を実現する効果が得られ、さらに、前述半導体製品の歩留まりの向上に資することとなるのである。

【0087】以上のように、本発明によれば、半導体チップの欠陥の原因となるパーティクル除去の効率が上がり、半導体製品の信頼性ならびに歩留まりの向上が可能となるのであり、産業上その効果の極めて大きい発明である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る洗浄装置の第1の実施形態の構成および作用を示す縦断面図である。

【図2】従来の半導体ウェーハの洗浄装置の構成および作用を示す縦断面図である。

【図3】本発明に係る洗浄装置の第2の実施形態の構成および作用を示す縦断面図である。

【図4】超純水中の窒素の溶存濃度と半導体ウェーハ上

(9)

15

のパーティクル増加数との相関を示すグラフである。

【図5】本願発明に係る洗浄装置の第1の実施例における減圧シールド内の圧力と、 $0.2\mu\text{m}$ 以上のパーティクル除去率との関係を示すグラフである。

【図6】従来技術における洗浄槽内の深度と超純水の比抵抗との関係と、本発明に係る洗浄装置における洗浄槽内の深度と超純水の比抵抗の関係との比較を示すグラフである。

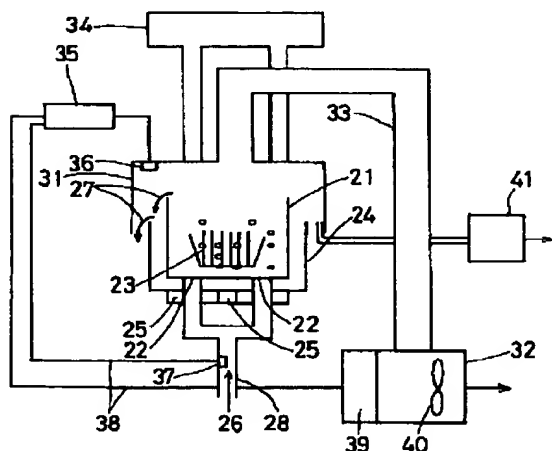
【符号の説明】

- 1, 21 洗浄槽
- 2, 22 超純水の供給口
- 3, 23, 51 半導体ウェーハ
- 4, 24 超音波伝達槽
- 5, 25, 55 超音波振動子
- 6, 26 超純水
- 7, 27 オーバーフロー流水
- 28 超純水供給管
- 31 減圧シールド

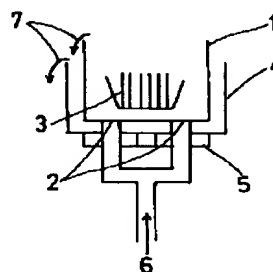
16

- 32 減圧装置
- 33 ダクト
- 34 引上げ装置
- 35 圧力制御装置
- 36 圧力センサー
- 37 溶存ガス濃度センサー
- 38 信号線
- 39 インバータ装置
- 40 ブロワー
- 41 ポンプ
- 52 ウェーハチャック
- 53 ウェーハ回転モーター
- 54 洗浄液吐出ノズル
- 56 ロードロック
- 57 廃液一時保管タンク
- 58 廃液バルブ
- 59 減圧ポンプ
- 60 減圧チャンバー

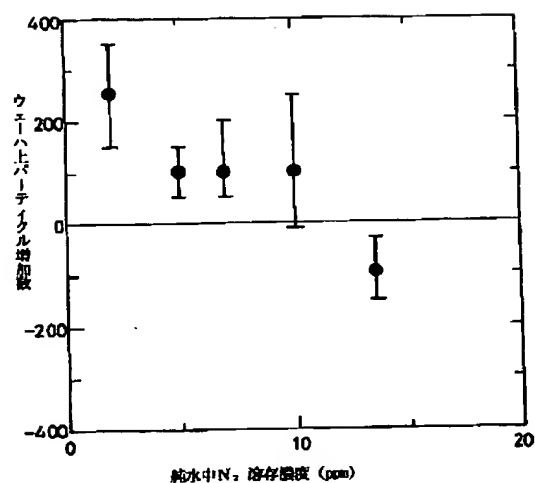
【図1】



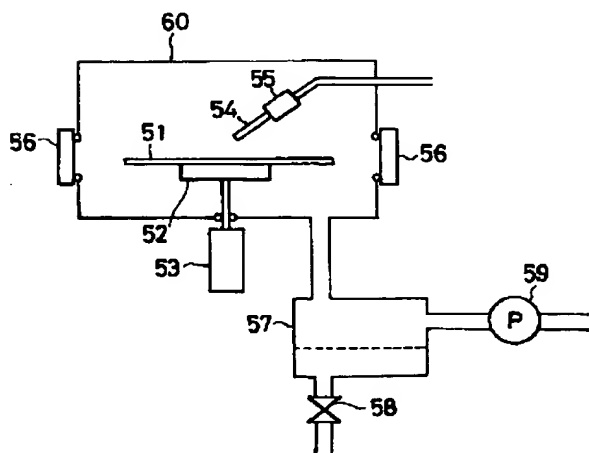
【図2】



【図4】

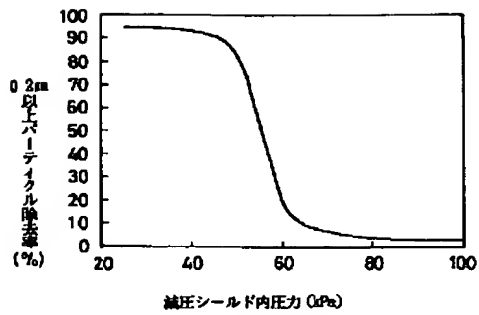


【図3】

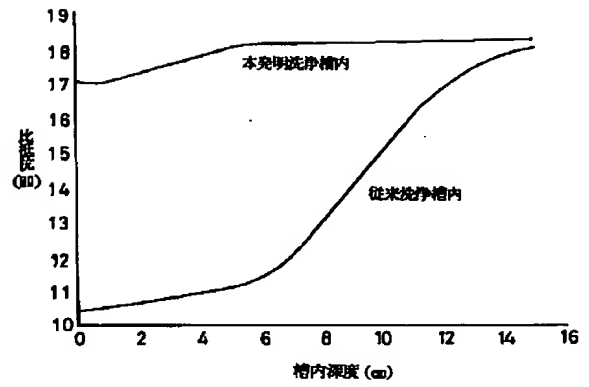


(10)

【図5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.